

**JP2002116335A**

**2002-4-19**

**Bibliographic Fields**

**Document Identity**

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開2002-116335(P2002-116335  
A)

(43)【公開日】

平成14年4月19日(2002. 4. 19)

**Public Availability**

(43)【公開日】

平成14年4月19日(2002. 4. 19)

**Technical**

(54)【発明の名称】

半導体光導波路構造およびその製造方法

(51)【国際特許分類第7版】

G02B 6/122

6/13

【F1】

G02B 6/12 A

M

【請求項の数】

5

【出願形態】

書面

【全頁数】

6

【テーマコード(参考)】

2H047

【Fターム(参考)】

2H047 KA03 KA11 KB08 PA21 PA24 TA31

**Filing**

【審査請求】

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication 2002 - 116335 (P2002 -  
116335A )

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 14 year April 19 day (2002.4 . 19)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 14 year April 19 day (2002.4 . 19)

(54) [Title of Invention]

**SEMICONDUCTOR OPTICAL WAVEGUIDE  
STRUCTURE AND ITS MANUFACTURING METHOD**

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

G02B 6/122

6/13

[F1]

G02B 6/12 A

M

[Number of Claims]

5

[Form of Application]

document

[Number of Pages in Document]

6

[Theme Code (For Reference)]

2 H047

[F Term (For Reference)]

2 H047 kA 03 kA 11 KB08 PA21 PA24 TA31

**JP2002116335A**

**2002-4-19**

未請求

Unrequested

(21)【出願番号】

(21) [Application Number]

特願2000-345925(P2000-345925)

Japan Patent Application 2000 - 345925 (P2000 - 345925)

(22)【出願日】

(22) [Application Date]

平成12年10月7日(2000. 10. 7)

2000 October 7 days (2000.10 . 7)

**Parties**

**Applicants**

(71)【出願人】

(71) [Applicant]

【識別番号】

[Identification Number]

599075519

599075519

【氏名又は名称】

[Name]

西 孝

**WEST TAKASHI**

【住所又は居所】

[Address]

茨城県つくば市竹園1丁目8番地14 906棟2  
13号

Ibaraki Prefecture Tsukuba City Takezono 1-Chome 8 14 906  
tower 213 number

**Inventors**

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

西 孝

West Takashi

【住所又は居所】

[Address]

茨城県つくば市竹園1丁目8番地14 906棟2  
13号

Ibaraki Prefecture Tsukuba City Takezono 1-Chome 8 14 906  
tower 213 number

**Abstract**

(57)【要約】

(57) [Abstract]

【課題】

[Problems to be Solved by the Invention]

従来の技術では、以下のような問題点がある。

With Prior Art, like below there is a problem.

一つの基板上に混載されているレーザ、変調素子、結合素子、フォトダイオードなどの光集積回路素子は光導波路を介して光結合している。

laser、 modulation element、 connection element、 photodiode or other optical integrated circuit element which is loaded together on substrate of one has done through optical waveguide, optical coupling.

しかし各素子の構造は互いに異なるため、光の伝送損失が生じる。

But as for structure of each element because it differs mutually, the transport loss of light occurs.

また光集積回路と光ファイバーとの間においても同様に損失が生じる。

In addition loss occurs in same way in between optical integrated circuit and the optical fiber .

【解決手段】

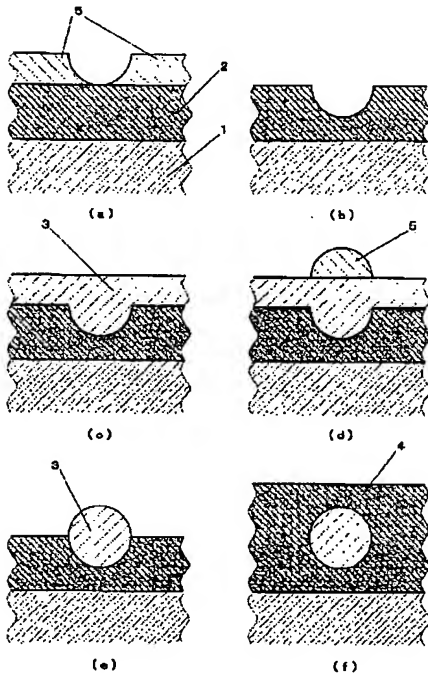
[Means to Solve the Problems]

半導体基板上あるいは誘電体基板上に形成した断面が真円形状の導波路の形成において、  
(1)基板 1 上に光制御用マスクを用いて露光・現像、転写エッチングを行い、下半円形状の下部

In portion of slot of step. (2) aforementioned lower portion circular condition which does exposure and development、 copying etching on (1) substrate 1 making use of mask for optical control cross section which was formed on

クラッド層 2 を形成する工程、(2)前記下半円形状の溝の部分に光制御用マスクを用いて露光・現像、転写エッチングを行い、真円形状のコア層 3 を形成する工程、(3)さらに、下部クラッド層およびコア上層部に上部クラッド層 4 を積層する工程からなる。

semiconductor substrate or on dielectric substrate at time of forming waveguide of the perfectly round shape, forms bottom cladding layer 2 of lower portion circular condition, making use of the mask for optical control exposure and development, copying etching action, step. which forms core layer 3 of perfectly round shape (3) furthermore, it consists of step which laminates upper part cladding layer 4 in bottom cladding layer and the core top layer.



## Claims

### 【特許請求の範囲】

#### 【請求項 1】

光制御用マスクを用いた露光及び転写エッチングにより、基板上に形成されたコア層を所望の光導波路パターンに加工する光導波路素子の加工方法であって、露光量を連続的に変化する制御する光制御用マスクを用いて露光・現像を行い、レジストを所望の 3 次元形状に加工し、次にエッチング工程で前記レジストに形成された 3 次元形状を下地材料に転写エッチングを行い、下地材料に 3 次元形状を転写することを特徴とする光導波路素子の加工方法。

#### 【請求項 2】

### [Claim(s)]

#### [Claim 1]

With fabrication method of optical waveguide element which processes core layer which was formed on substrate by exposure and copying etching which uses mask for optical control, in desired optical waveguide pattern, exposure and development is done exposure dose it changes making use of mask for optical control which is controlled to continuous, resist is processed in desired three-dimensional shape, three-dimensional shape which was formed to aforementioned resist next with the etching step copying etching is done in substrate material, three-dimensional shape is copied to substrate material fabrication method. of optical waveguide element which is made feature

#### [Claim 2]

導波路コア層が真円形状を特徴とする請求項 1 記載の光導波路素子の加工方法。

【請求項 3】

クラッド層および導波路コア層が真円形状を特徴とする請求項 1 記載の光導波路素子の加工方法。

【請求項 4】

段差およびその上に導波路を形成する方法。

【請求項 5】

基板面にへ平行な導波路と垂直な導波路を接続させた導波路の形成方法。

Specification

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体光導波路の構造およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光導波路素子は光通信および光情報記録の分野で用いられている。

シリコン、インジウムリンなどの半導体、または石英ガラス、酸化アルミニウム等の誘電体基板上に Ti 拡散 LiNbO<sub>3</sub> 等の無機材料またはポリイミド等の有機材料を用いて形成される。

【0003】

従来の技術では、以下のような問題点がある。

一つの基板上に混載されているレーザ、変調素子、結合素子、フォトダイオードなどの光集積回路素子は光導波路を介して光結合している。

しかし各素子の構造は互いに異なるため、光の伝送損失が生じる。

また光集積回路と光ファイバーとの間においても同様に損失が生じる。

このような光の損失を低減するため図 9(特開平 5-173036 号公報)および図 10(特開 2000-180648 号公報)のようなコアの形状の導波路構造が提案されている。

fabrication method. of optical waveguide element which is stated in Claim 1 where waveguide core layer designates perfectly round shape as feature

[Claim 3]

fabrication method. of optical waveguide element which is stated in Claim 1 where cladding layer and waveguide core layer designate perfectly round shape as feature

[Claim 4]

method. which forms waveguide in step and on that

[Claim 5]

In to substrate surface formation method. of waveguide which connects parallel waveguide and perpendicular waveguide

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention]

this invention is structure of semiconductor optical waveguide and something regarding its manufacturing method.

[0002]

[Prior Art]

optical waveguide element is used with field of optical communication and optical information record.

It is formed to silicon, indium phosphorus or other semiconductor, or on quartz glass, aluminum oxide or other dielectric substrate making use of Tiscattering Li NbO<sub>3</sub> or other inorganic material or polyimide or other organic material.

[0003]

With Prior Art, like below there is a problem.

laser, modulation element, connection element, photodiode or other optical integrated circuit element which is loaded together on substrate of one has done through optical waveguide, optical coupling.

But as for structure of each element because it differs mutually, the transport loss of light occurs.

In addition loss occurs in same way in between optical integrated circuit and the optical fiber.

In order to decrease loss of this kind of light, Figure 9 (Japan Unexamined Patent Publication Hei 5-173036 disclosure) and waveguide structure of shape of core like Figure 10 (Japan Unexamined Patent Publication 2000-180648 disclosure) is proposed.

【0004】

図 9 は InP 基板 1 上に InP 下部クラッド層 2 および厚みと幅がテーパ状に形成された断面が矩形形状の InPAsP コア層 3 の斜視図である。

さらにこの後に InP 上部クラッド層及び遮光膜がこの上に形成される。

図 10 は基板 1 上に有機ポリマのバッファ層 2、その上にバッファ層 2 よりも屈折率の高い有機ポリマを楕円形状または略半円形状に加工したコア層 3 の斜視図である。

さらにこの後コア層よりも屈折率の低い有機ポリマのオーバークラッド層 5 及び遮光膜がこの上に形成される。

【0005】

【課題が解決しようとする課題】

特開平 5-173036 号公報には基板に対して縦方向および横方向にテーパ状を有した導波路コアを形成する方法が示されている。

しかしこの方法では、導波路の断面形状は矩形のままであり、たとえば断面が円形の光ファイバとの間ではやはり伝送損失が生じる。

また特開 2000-180648 号公報では、上記の問題を解決するために、コア層を所望の断面形状の光導波路パターンに加工するためにレーザービーム照射を用いることを提案している。

しかしこの方法では導波路コアの断面形状を微細に調節しようとすると、レーザービームの径を小さくして走査しなければならず、精度を上げようとすると処理時間が長くなってしまうという問題が生じる。

またこの作成方法では導波路の断面が上半円の形状の構造しか形成できない。

【0006】

【発明の目的】

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、導波路コアの断面形状を真円形状や素子に適合した任意の形状に形成することで集積回路上の各素子間の光結合効率を高め、さらに光ファイ

disclosure ) is proposed.

【0004】

As for Figure 9 cross section where InP bottom cladding layer 2 and thickness and width were formed to tapered shape on InP substrate 1 is oblique view of InP AsPcore layer 3 of the rectangle.

Furthermore InP upper part cladding layer and light blocking film are formed on this after this.

Figure 10 on substrate 1 organic polymer where index of refraction is high in comparison with buffer layer 2 is oblique view of core layer 3 which is processed in the elliptical shape or abbreviation semicircular shape on that of buffer layer 2, of organic polymer.

Furthermore over cladding layer 5 and light blocking film of organic polymer where index of refraction is low in comparison with core layer after this are formed on this.

【0005】

【Problems to be Solved by the Invention】

Vis-a-vis substrate possesses tapered shape in machine direction and horizontal direction the method which forms waveguide core which is shown in Japan Unexamined Patent Publication Hei 5-173036 disclosure .

But with this method, as for cross section shape of waveguide with while it is a rectangular, for example cross section antidrape stiffness transport loss occurs quickly between optical fiber of the round.

In addition with Japan Unexamined Patent Publication 2000-180648 disclosure, in order to solve above-mentioned problem, laser beam lighting is used in order to process core layer in the optical waveguide pattern of desired cross section shape, you have proposed .

But when with this method it tries to adjust cross section shape of waveguide core in fine, making diameter of laser beam small, if scan it does not do, when rose ず, it tries to increase precision the problem that occurs process time becomes long.

In addition cross section of waveguide only structure of shape of upper portion circle can form with this forming method.

【0006】

【Objective】

As for this invention being something which can be made in order to solve above-mentioned problem, purpose cross section shape of waveguide core raises optical coupling efficiency between each element on integrated circuit by fact that it forms in shape of option which conforms to perfectly

バとの伝送効率を良好にすることにある。

さらに導波路素子の引き回しの方法、例えば基板上に配置された光素子から、その上に積層された層に配置されている光素子へ接続する導波路などの形成方法についても提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するためになされたものであって、以下に記すフォトリソグラフィ工程とエッチング工程を用いてレジストに3次元形状を形成し、このレジストの3次元形状をレジスト下の被エッチング材料に転写エッチングして3次元形状をレジスト下の材料に形成することを特徴とする。

すなわちフォトリソグラフィ工程において透過露光装置のフォトマスクを通過する透過光量を連続的に変化させる透過光量制御マスク、もしくは反射露光装置においてはフォトマスクの反射光量を連続的に変化させる反射光量マスクを用いることを特徴とする。

このフォトマスクを用いて、被エッチング材料を堆積させた基板に塗布したレジストに露光、現像を行うとレジストの膜厚が連続的に変化した3次元形状のレジストが形成できる。

【0010】

次にエッチング工程においてこの基板をエッチングする時にレジストの下層にある被エッチング材料にレジストの断面形状が転写されるような条件でエッチングすることでレジストの3次元形状がレジストの下地材料に転写形成される。

この時レジストの厚みと下地材料の厚みの比率はエッチング工程における各々のエッチングされる量に応じて配分することで目的の形状を得ることができる。

なお横方向の寸法をできるだけ忠実に精度良く転写するにはエッチングにおいてRIEなどの異法性エッチング条件、すなわち垂直方向のエッチング速度が速い条件で蝕刻するのが望ましい。

【実施例】

【0011】

以下に本提案の実施例を示すが、フォトリソエ

round shape and element, furthermore it is to make transmission efficiency of optical fiber satisfactory.

Furthermore method of drawing around waveguide element. From optical element which is arranged on for example substrate, is connected concerning waveguide or other formation method which to optical element which is arranged in layer which is laminated on that it is to offer.

【0007】

[Means to Solve the Problems]

As for this invention being something which can be made in order to achieve above-mentioned objective, it forms three-dimensional shape in resist making use of photolithography process, and etching step which you inscribe below copying etching does three-dimensional shape of this resist in material being etched under resist and the three-dimensional shape it is formed makes feature in material under resist.

Namely amount of reflected light of photomask amount of reflected light mask which changes in continuous is used light transmittance which passes photomask of being transparent overexposure device in photolithography process regarding light transmittance control mask, or reflected exposure apparatus which change in continuous it makes feature.

Making use of this photomask, when it exposes to resist which the coating fabric is done in substrate which accumulates material being etched, develops it can form resist of three-dimensional shape where film thickness of the resist changes in continuous.

【0010】

When next etching doing this substrate in etching step, with kind of condition where cross section shape of resist is copied to material being etched which to the bottom layer of resist is by fact that etching it does three-dimensional shape of resist transfer molding is done in substrate material of resist.

This time as for thickness of resist and ratio of thickness of substrate material shape of objective can be acquired by fact that it distributes each etching in etching step according to quantity which is done.

Furthermore dimension of horizontal direction is copied precision as faithfully as possible well, etching it is desirable with condition where the RIE or other strange modality etching condition, namely etching velocity of perpendicular direction is fast in etching to do.

[Working Example(s)]

【0011】

Working Example of this proposition is shown below, but you

程においては透過露光装置を用いて説明する。

図 1a,b,c,d,e,f は本発明の第 1 の実施例を説明する図である。

基板 1 上に形成された下部クラッド層 2、およびコア層 3、上部クラッド層 4 である。

5 はレジストである。

この導波路の形成は以下のとおりである。

(1) 図 1a に示すように、基板 1 上に下部クラッド層となる材料を堆積する。

次にレジストを堆積し、光制御用マスクを用いて露光・現像し、下半円形状を形成する。

(2) エッチング工程にて断面が下半円形状のレジストの 3 次元形状を下部クラッド層に転写エッチングして下部クラッド層に図 1b のような半円形状の溝を形成する。

(3) コア層の材料を堆積する。

図 1c では溝の底からコアの表面までの膜厚を形成しようとする断面の円の直径になるようにする。

(4) リソグラフィ工程にてレジストを塗布し、光制御用マスクを用いて露光・現像し、図 1d のような上半円形状を形成する。

(5) エッチング工程にて(2)と同様に転写エッチングして図 1e のような断面が真円形状の導波路コアが形成される。

(6) さらに図 1f のように上部クラッド層を堆積する。

必要に応じて金属遮光膜をその上に形成する。

【0012】

図 2a は上記工程(2)の斜視図である。

図 2b は上記工程(6)の斜視図を示している。

図 3 は先端が細く、後端が太い導波路の工程の斜視図である。

作成方法は図 1 と同じ方法で作成できる。

基板に対して垂直方向と水平方向が共に傾斜した形状も光制御用マスクおよび転写エッチングを適用することにより工程数も増えずに形成できる。

図 1 においてレジストの膜厚と下地材料の膜厚が等しくなるようにして転写エッチングするように

explain making use of being transparent overexposure device regarding photolithography step.

Figure 1a,b,c,d,e,f is figure which explains first Working Example of this invention.

It is a bottom cladding layer 2, and a core layer 3, upper part cladding layer 4 which were formed on substrate 1.

5 is resist.

Formation of this waveguide is as follows.

As shown in (1) Figure 1a, material which becomes bottom cladding layer on the substrate 1 is accumulated.

It accumulates resist next, exposure and development it does making use of the mask for optical control, forms lower portion circular condition.

With (2) etching step cross section copying etching doing three-dimensional shape of the resist of lower portion circular condition in bottom cladding layer, slot of semicircular shape like Figure 1b in bottom cladding layer is formed.

material of (3) core layer is accumulated.

Try to become diameter of circle of cross section which with Figure 1 c it tries to form film thickness to surface of core from bottom of slot.

Coating fabric it does resist with (4) lithography step, making use of mask for optical control it exposes, develops, it forms upper portion circular condition like Figure 1 d.

(2) With copying etching doing in same way with (5) etching step, the cross section like Figure 1 e is formed waveguide core of perfectly round shape.

(6) Furthermore like Figure 1 f upper part cladding layer is accumulated.

according to need metal light blocking film is formed on that.

[0012]

Figure 2a is oblique view of above-mentioned Process (2).

Figure 2b has shown oblique view of above-mentioned step (6).

Figure 3 end is thin, it is a oblique view of step of waveguide where rear edge is thick.

It can draw up forming method with same method as Figure 1.

Either number of steps without increasing shape where perpendicular direction and the horizontal direction incline together vis-a-vis substrate with mask for optical control and applying copying etching it can form.

In order copying etching to do that film thickness of resist and the film thickness of substrate material become equal in

説明したが、図 3 のような形状の導波路を形成するときには当然この比率も位置により異なる。

この場合導波路の断面の直径が最大になる位置に合わせた条件で形成するのが望ましい。

【0013】

図 4 は段差の上に導波路を形成する方法の斜視図を示してある。

ここでは全てのフォトリソ工程において光制御用マスクをおよび転写エッチングを用いている。

(1)図 4a は下部クラッド層 2 を堆積し、傾斜部を加工形成する。

(2)図 4b は図 2a、図 3a と同様に下半円形状の溝を形成する。

(3)図 4c は図 2b、図 3b と同様にコア層を堆積、断面が真円形状の導波路コアを形成する。

ここでは(1)の傾斜部と(2)の溝部を別工程で形成しているが、光制御用マスクに(1)のパターンと(2)のパターンを合成することで 1 つの工程に短縮できる。

【0014】

図 5 はクラッドの形状をコアの形状と同様に真円形状に形成する工程を示している。

ここでは全てのフォトリソ工程において光制御用マスクを用いている。

(1)図 5a に示すように、基板にレジストを塗布し、露光・現像してレジストに半円形状の溝を形成する。

(2)転写エッチングを行い、基板に半円形状の溝を転写、形成したのが図 5b である。

(3)下部クラッド層となる材料を溝を完全に埋めるように基板上に堆積する。

次にフォトリソ工程にてレジストに下半円形状の溝を図 5c のように形成する。

(4)転写エッチング後図 5d のように下半円形状の下部クラッド層とコア部となる下半円形状の溝を転写、形成する。

(5)基板上にコア層となる材料を堆積し、フォトリソ工程にて図 5e のような上半円形状のレジストを形成する。

Figure 1, you explained, but when forming waveguide of shape like Figure 3, it differs naturally this ratio depending upon position .

In this case it is desirable to form with condition which is adjusted to position where diameter of cross section of waveguide becomes the maximum.

[0013]

As for Figure 4 oblique view of method which forms waveguide on the step is shown.

Here mask for optical control and copying etching is used in all photolithography step.

(1) Figure 4 a accumulates bottom cladding layer 2, processes forms inclined part.

(2) Figure 4 b forms slot of lower portion circular condition in sameway as Figure 2a, Figure 3a.

(3) Figure 4 c accumulates core layer in same way as Figure 2b、Figure 3b, the cross section forms waveguide core of perfectly round shape.

Here inclined part of (1) and groove of (2) are formed with the separate step, but in mask for optical control it can shorten to the step of one by pattern of (1) and fact that pattern of (2) is synthesized.

[0014]

Figure 5 shape of cladding has shown step which is formed in same way as shape of core in perfectly round shape.

Here mask for optical control is used in all photolithography step.

As shown in (1) Figure 5 a, coating fabric it does resist in the substrate, exposure and development does and forms slot of semicircular shape in resist.

(2) copying etching was done, to substrate fact that slot of semicircular shape copied, was formed is Figure 5 b.

material which becomes (3) bottom cladding layer in order to bury slot completely, is accumulated on substrate.

Next with photolithography step slot of lower portion circular condition like the Figure 5 c is formed in resist.

Like Figure 5 d after (4) copying etching it copies and forms the slot of lower portion circular condition which becomes bottom cladding layer and the core of lower portion circular condition.

material which becomes core layer on (5) substrate is accumulated, the resist of upper portion circular condition like Figure 5 e with photolithography step is formed.



(6)転写エッチングにて図 5f のように真円形状のコアを形成する。

(7)基板上に上部クラッド層となる材料を堆積し、フォトリソ工程にて図 5g のような上半円形状のレジストを形成する。

(8)転写エッチングを行うと図 5h のようなクラッドもコアも真円形状に形成できる。

[0015]

図 6 は薄いクラッド層もしくは金属で覆ったコア層の形成方法を示してある。この方法ではフォトリソ工程において、光制御用マスクと通常のマスクを併用している。(1)図 6a に示すように、基板にレジストを塗布し、露光・現像して半円形状の溝を形成する。(2)転写エッチングを行い、基板に半円形状の溝を転写、形成したのが図 6b である。(3)次に、下部クラッド層となる材料を基板上に堆積する。通常のフォトリソ工程にて図 6c のようにレジストが溝を覆うようにパターンニングする。(4)エッチングで露出している下部クラッド層を除去した後、レジストを除去すると図 6d のような溝の表面に下部クラッド層が残る。(5)基板上にコア層となる材料を堆積し、フォトリソ工程にて図 6e のような上半円形状のレジストを形成する。(6)転写エッチングにて図 6f のように真円形状のコアを転写、形成する。(7)基板上に上部クラッド層となる材料を堆積し、通常のフォトリソ工程にて図 6g のようにコア上部を覆うようにレジストをパターンニングする。(8)エッチングで上部クラッド層の露出部分を除去した後、レジストを除去すると図 6h のようなクラッドもコアも真円形状に形成できる。)

[0016]

次に、図 7 に基板に水平な導波路と垂直な導波路を接続する方法を示す。

A. 基板に対して水平な導波路を作成する。

(1)まず最初に上に下層クラッド層を堆積し、フォトリソ工程において光制御用マスクを用いて露光し、エッチング工程では転写エッチングを行い図 7a のような断面が下半円形状の溝を形成する。

(2)次に、溝の部分にコア層を堆積、フォトリソ(光制御用マスク)および転写エッチングで水平な導波路を形成する。

B. 基板に対して垂直な導波路を形成する。

(3)所望の高さまで上部クラッド層を堆積する。

With (6) copying etching like Figure 5 f core of perfectly round shape is formed.

material which becomes upper part cladding layer on (7) substrate is accumulated, the resist of upper portion circular condition like Figure 5 g with photolithography step is formed.

When (8) copying etching is done, it can form cladding and core like Figure 5 h in perfectly round shape.

[0015]

Figure 6 thin cladding layer {formation method of core layer which is overturned with metal is shown. With this method mask and conventional mask for optical control are jointly used in photolithography step. As shown in (1) Figure 6 a, coating fabric it does resist in the substrate, exposure and development does and forms slot of semicircular shape. (2) copying etching was done, to substrate fact that slot of semicircular shape copied, was formed is Figure 6 b. (3) Next, material which becomes bottom cladding layer is accumulated on the substrate. With conventional photolithography step like Figure 6 c in order for resist to cover the slot, patterning it does. After removing bottom cladding layer which has been exposed with (4) etching, when resist is removed, bottom cladding layer remains in surface of slot like Figure 6 d. material which becomes core layer on (5) substrate is accumulated, the resist of upper portion circular condition like Figure 6 e with photolithography step is formed. With (6) copying etching like Figure 6 f it copies and forms core of perfectly round shape. material which becomes upper part cladding layer on (7) substrate is accumulated, with conventional photolithography step like Figure 6 g in order to cover core upper part, resist patterning is done. After removing exposed part of upper part cladding layer with (8) etching, when the resist is removed, it can form cladding and core like Figure 6 h in perfectly round shape. }

[0016]

Next, method which connects horizontal waveguide and perpendicular waveguide to substrate in Figure 7 is shown.

horizontal waveguide is drawn up vis-a-vis A. substrate.

(1) It accumulates bottom layer cladding layer first first on, it exposes making use of mask for optical control in photolithography step, with etching step does the copying etching and cross section like Figure 7 a forms slot of lower portion circular condition.

(2) Next, core layer is accumulated in portion of slot, photolithography (mask for optical control) and horizontal waveguide is formed with copying etching.

perpendicular waveguide is formed vis-a-vis B. substrate.

upper part cladding layer is accumulated to (3) desired height.

(4)フォトリソ工程で上部が大きな円形で下方向では小さな円形(横方向の断面形状の大きさに等しい)のすり鉢型になるように光制御用マスクおよび転写エッチングを用いて形成する。

すり鉢型の空洞の底の部分は横方向の導波路の一端と接続している。

最後にこの空洞の部分にコア層となる材料を堆積、整形して完成する。

【0017】

図7のような構造の導波路は、基板に対して断面の大きさが垂直な導波路のほうが水平な導波路よりも制約が少なく大きくできる利点があるので、例えば光ファイバと同じ大きさの入力端または出力端として利用できる。

図8は光制御用マスクおよび転写エッチングを用いて作成できる一例としてソレノイド構造の導波路を示している。

図7aは基板に対して垂直なコイルの断面図、図7cは基板に対して水平なコイルの断面図である。

この他にも様々な形状の導波路が形成できることを示唆しておくとともに必要に応じて、断面の上半分または下半分、さらに右半分、左半分だけを形成することもできる。

また断面が非対称な形状も形成できることを記しておく。

また上記に提案した導波路の断面形状は真円形状を示しているが、この他にも任意の多角形状や楕円形状も形成できることも記しておく。

また導波路の引き回し形状も水平方向、垂直方向および斜め方向の任意の方向に形成できることも言及しておく。

また、露光制御用マスクを用いた露光装置だけでなく、例えば電子線露光装置などのマスクを用いずに基板に直接描画露光する装置を代用することもできる。

【0018】

【発明の効果】

本発明によれば、請求項記載の光導波路素子の加工方法によれば、ファイバとのモードマッチング特性が良好で、良好な光伝播特性を有する光導波路の構造が可能である。

With downward direction small round (It is equal to size of cross section shape of horizontal direction. ) it does with round where the upper part is large with (4) photolithography step in order to become pot type, it forms making use of mask and copying etching for optical control.

It does, you connect portion of bottom of void of pot type with one end of waveguide of horizontal direction.

Accumulating and fairing material which becomes core layer lastly in portion of this void you complete.

[0017]

As for waveguide of structure like Figure 7, vis-a-vis substrate the size of cross section perpendicular waveguide because there is a benefit which large can make constraint less in comparison with horizontal waveguide, it can utilize as input edge or output terminal of same size as for example optical fiber.

Figure 8 has shown waveguide of solenoid structure as one example which can be drawn up making use of mask and copying etching for optical control.

sectional view, Figure 7 c of perpendicular coil is sectional view of horizontal coil vis-a-vis substrate as for Figure 7 a vis-a-vis substrate.

Even as, in addition it can form waveguide of various shape it suggests upper half or lower half, of according to need, cross section furthermore it is possible also to form just right half, left half.

In addition cross section can form also asymmetric shape inscribes.

In addition cross section shape of waveguide which is proposed on description above has shown perfectly round shape, but even in addition you inscribe also that it can form also polygonal shape and elliptical shape of option.

In addition also being able to form also drawing around shape of waveguide in direction of option of horizontal direction, perpendicular direction and oblique direction refers.

In addition, not only a exposure apparatus which uses mask for exposure control, without using for example electron beam exposure device or other mask it is possible also to substitute equipment which drawing is exposed to substrate directly.

[0018]

[Effects of the Invention]

According to this invention, according to fabrication method of optical waveguide element which is stated in Claim, mode matching characteristic of fiber being satisfactory, the structure of optical waveguide which possesses satisfactory light propagation characteristic is possible.

また部分的もしくは全体に回折格子を有する光導波路の構造も可能である。

またレーザ、変調素子、結合素子、フォトダイオードなど構造の異なる各素子に合わせた断面形状を形成できるので光結合の効率も増す。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の光半導体素子を作成する第1の実施例の作成工程図である。

【図2】

第1の実施例の作成工程を示す光導波路素子の斜視図である。

【図3】

第1の実施例の作成工程を示す光導波路素子の斜視図である。

【図4】

傾斜した面に第1の実施例の作成工程で形成した光導波路素子の斜視図である。

【図5】

本発明の光半導体素子を作成する第2の実施例の作成工程図である。

【図6】

本発明の光半導体素子を作成する第3の実施例の作成工程図である。

【図7】

水平な導波路と垂直な導波路を組み合わせた作成工程を示す斜視図である。

【図8】

垂直なコイル構造および水平なコイル構造の導波路の断面図を示す。

【図9】

従来の導波路の斜視図である。

【図10】

従来の導波路の斜視図である。

light propagation characteristic is possible.

In addition also structure of optical waveguide which possesses diffraction grating in partial or entirety is possible.

In addition because cross section shape which such as laser, modulation element, connection element, photodiode is adjusted to each element where structure differs can be formed, it increases also efficiency of optical coupling.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

It is a manufacturing step figure of first Working Example which draws up photosemiconductor element of the this invention.

[Figure 2]

It is a oblique view of optical waveguide element which shows manufacturing step of first Working Example.

[Figure 3]

It is a oblique view of optical waveguide element which shows manufacturing step of first Working Example.

[Figure 4]

It is a oblique view of optical waveguide element which on surface which inclines was formed with manufacturing step of first Working Example.

[Figure 5]

It is a manufacturing step figure of second Working Example which draws up photosemiconductor element of the this invention.

[Figure 6]

It is a manufacturing step figure of Working Example of third which draws up the photosemiconductor element of this invention.

[Figure 7]

It is a oblique view which shows manufacturing step which combines horizontal waveguide and the perpendicular waveguide.

[Figure 8]

sectional view of waveguide of perpendicular coil structure and horizontal coil structure is shown.

[Figure 9]

It is a oblique view of conventional waveguide.

[Figure 10]

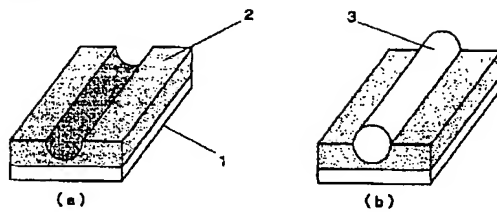
It is a oblique view of conventional waveguide.

【符号の説明】

- 1  
基板  
2  
下部クラッド層  
3  
コア層  
4  
上部クラッド層  
5  
レジスト

Drawings

【図2】

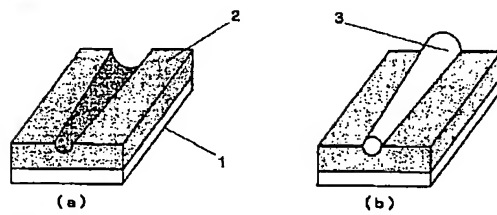


[Explanation of Symbols in Drawings]

- 1  
substrate  
2  
bottom cladding layer  
3  
core layer  
4  
upper part cladding layer  
5  
resist

[Figure 2]

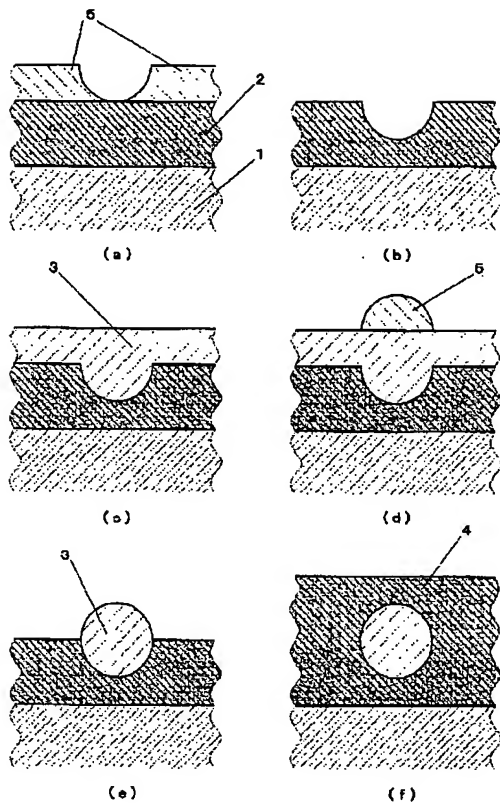
【図3】



[Figure 3]

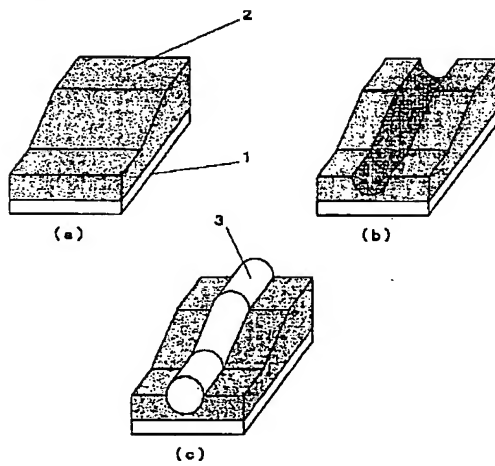
【図1】

[Figure 1]



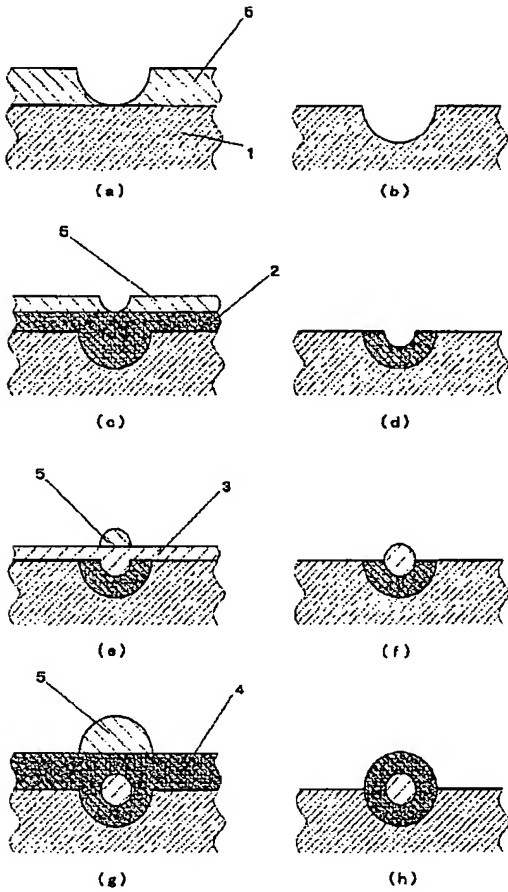
【図4】

[Figure 4]



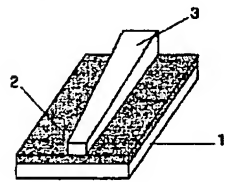
【図5】

[Figure 5]



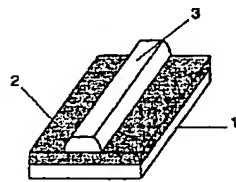
【図9】

[Figure 9]



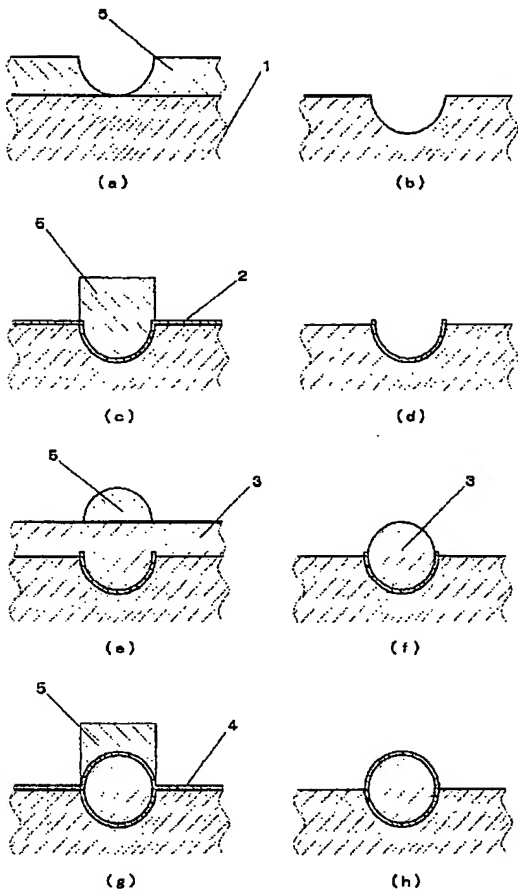
【図10】

[Figure 10]



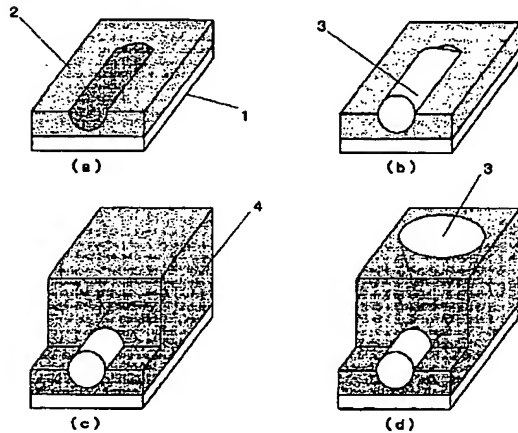
【図6】

[Figure 6]



【図7】

[Figure 7]



【図8】

[Figure 8]

